

Title	マーケティングとコンピュータ
Author(s)	大沢, 豊
Citation	大阪大学大型計算機センターニュース. 11 p.17- p.30
Issue Date	1973-11
oaire:version	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/65207
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

マーケティングとコンピュータ

大阪大学経済学部 大 沢 豊

1

マーケティングの領域における問題解決に当って、数量モデルを用いた解析が試みられるようになったのは、それほど古いことではない。1950年代の中頃から、多くのオペレーションズ・リサーチの手法が、マーケティング問題の分析に適用され始めた。1960年代に入ってコンピュータの利用が容易になるにつれて、この傾向は一段と強まった。この分野における現在までの主要な研究論文は、いくつかの論文集中にまとめられているが、その編集に際して利用されている数量的手法別にそれらを分類したものの「章見出し」を引用することによって、どのような手法が数多く適用されているかを、容易に知ることができる。たとえば、Day, Parsons^[1]によれば、34篇の論文がつぎの9つの標題のもとに再録されている。

- ① 決定論的な最適化のモデル
- ② 確率過程モデル
- ③ ベイズ型の意味決定論
- ④ 実験計画
- ⑤ 判別分析と正準相関分析
- ⑥ 回帰分析
- ⑦ 因子分析とクラスター解析
- ⑧ ヒューリスティックな問題解決
- ⑨ シミュレーション

また Aaker^[2]の編になる論文集中においては、

- ① 回帰分析
- ② 連立方程式モデル
- ③ 判別分析
- ④ 正準相関分析
- ⑤ 実験計画
- ⑥ 因子分析
- ⑦ 多次元尺度化問題
- ⑧ クラスター解析

の標題のもとに、30篇の論文が収録されている。

これらから明らかなことは、まず第1に、多変量解析を中心にした統計的諸手法が、きわめて広く利用されていることである。いうまでもこれは、他の諸分野におけると同じく、1960年代におけるこれらの手法のためのプログラム・パッケージの開発が、マーケティング・データの解析に大きく貢献したことを示している。

第2の特徴は、やはりコンピュータのハード・ウェア、ソフト・ウェアの両面の進歩に大きく依存するものであるが、シミュレーションの技法が、市場の予測その他の問題解決のために広く利用されるようになったことである。なかでも Amstutz⁽³⁾による非常に大規模な、そして詳細な、競争市場における消費者の購買行動を中心にシミュレートとしたコンピュータ・モデルは、1960年代を通じて、この分野の代表的な成果の1つに数えることができよう。

第3には、マーケティング問題の多くが人間行動に関連して論じられねばならないところから、他の社会科学の分野で発展してきた解析手法がこの分野でも広く利用されていることを指摘することができる。とくに計量心理学および社会学の領域から多くの手法が提供されつつある。いわゆる学際的接近が、ようやく具体的な問題解決に成果をあげはじめるようになってきたということができよう。

しかしながら、このような新しい諸手法の導入は、同時にまたいくつかの混乱をもたらした。多変量解析のためのプログラム・パッケージの利用が容易になるとともに、これらの解析法の前提をデータが満たすか否かの吟味も不十分なままに、無反省にアウトプットを求めるというあやまちが、少なからずくりかえされている。コンピュータ・シミュレーションも、精密なモデル作成を目指して多数のパラメーターを含むようなものになるにつれて、そのモデルの内的および外的な妥当性を検証することが幾何級数的に困難になり、強じんな、客観性を主張するようなモデルを完成させるためには多大の経費と時間とを要するようになる。1970年代になってから、シミュレーションの手法そのものへの反省がしだいになされるようになってきた理由の1つはここにあるといつてよい。多変量解析のプログラムや諸種のシミュレーション言語が社会科学の諸分野における数量的分析手段として強力なものであるがゆえにこそ、その適用に当っては、それらの手段そのものによって立つ背景を十二分に理解することが要求されるのである。

ところで本稿では、上述のような既存の解析手段の適用については一まずおいて、マーケティングにおける問題解決の特質を例示しようと思われるいくつかのモデルについて説明を加えてみることにしよう。

2

最初の例は、Littleおよび Lodish⁽⁴⁾により開発された MEDIAC と呼ばれる広告媒体の選択およびそのスケジューリングを扱ったモデルである。

いま広告の訴及対象がS組の市場区分（マーケット・セグメント）に細分化されており、各区分に含まれる消費者数を n_i ($i=1, \dots, S$) で示す。さらにつぎのように変数を定義する。

w_{it} = 時点 t における第 i セグメントに属する消費者の潜在購買力。

M = 利用しうる広告媒体単位の数。

C_j = 第 j 媒体単位の 1 掲出当たりの費用 ($j = 1, \dots, M$)

T = 計画期間の長さ。

x_{jt} = 時点 t において第 j 媒体単位を用いて広告を掲出するとき 1, 掲出しないとき 0 を表わす変数。

B = 広告予算の総額

ところで、広告の効果を表現するためには広告の掲出による市場の反応、すなわち購買量の変化を記述するようなモデルが必要とされる。そのために 1 つの中間的変数として「露出ウエイト」という概念を導入する。これは第 i セグメントに属する個人が第 j 媒体単位による広告に実際に接した場合に、その消費者の記憶水準が増加する相対的な大きさを表わすものと定義される。そして時点 t におけるその消費者の記憶水準は次式で表現されるものとする。

$$y_{it} = \alpha y_{i,t-1} + \sum_{j=1}^M e_{ij} z_{ijt}$$

ここに

e_{ij} = 露出ウエイト

α = 記憶定数

z_{ijt} = 時点 t において第 i セグメントに属する消費者が第 j 媒体単位に掲出された広告を見たとき 1, 見なかったとき 0 の値をとる確率変数

つぎに、時点 t において y_{it} なる記憶水準をもつ消費者が、その時点において実際に購入する量を表現するため、潜在購買力 w_{it} のうち、購買として実現する比率を r で示す。 r は y_{it} の関数であり、その関数型は上限をもつ非減少な増加関数（例えば指数曲線もしくは成立曲線）として与えられるものとする。そのとき、問題はつぎのような整数プログラミングの問題として定式化することができる。すなわち、

$$R = \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^S n_i w_{it} E[r(y_{it})]$$

$$= \max.$$

ただし

$$\sum_{j=1}^M \sum_{t=1}^T C_j x_{jt} \leq B$$

極大にされるべき目的関数 R のなかに意思決定変数 $\{x_{jt}\}$ は明示的に表わされていない。そこでさらにつぎのような構造を仮定する。すなわち、

$$P_r \{ z_{ijt} = 1 \} = g_{ij} h_j x_{jt}$$

ここに

g_{ij} = 第 i セグメントの消費者の第 j 媒体のカバレッジ（テレビなら視聴率、新聞なら宅配率など）。

h_j = 第 j 媒体に接した人が、その媒体に掲出されている広告に気づく確率。

x_{jt} = 時点 t における第 j 媒体単位への広告の掲出の有無である。

言葉で表現すれば、第 i セグメントに属する消費者がある広告を見るためには、まず時点 t においてその広告が掲出されており (x_{jt})、かつその広告の載っている媒体に消費者が接しており (g_{ij})、その上でその広告に気づく (h_j) ということが要求される、ということになる。これを用いて $E(y_{it})$ が求められ、またさらに一般に $E(y_{it}^n)$ を求めることを通して $E[r(y_{it})]$ が計算されるのである。

さてこの整数プログラミングの問題においては、目的関数が非線型であり、かつそこに含まれる変数 x_{jt} の数は、現実の問題について考えようとするとき、直ちに200～300、あるいはさらにより多いものとなる。Little, Lodish^[5]はこの問題で確率変数として扱った部分を比率で表現した決定論的モデルについて、 $S=1$ の場合に関して、ダイナミック・プログラミングを用いて解を導出することを試みている。しかしここで述べられているようなモデルに対してはその方法は有効ではない。またそこに含まれる変数の数が非常に多いため、通常の解析的方法によっても、解を得ることは非常に困難である。

そこで彼らは、つぎのようなヒューリスティックな探索方法を採用した。

- ① 任意のスケジュールから出発する。
- ② 現在スケジュールに組み込まれていない一つ一つの広告掲出について、それを新たにスケジュールに組み込むことによって得られる単位金額当たりの総市場反応の増加分を計算する。その値が最大になるようなものを選び、スケジュールに追加する。
- ③ その追加によって予算額が超過したかどうかを調べる。超過していなければ、再び②の手順を繰り返す。超過していればつぎへ進む。
- ④ 現在スケジュールに組み込まれている一つ一つの広告掲出について、それを取り止めることによる単位金額当たり総市場反応の減少分を計算する。その値が最小であるものを選び、それを I と呼ぶ。この I による単位金額当たり減少分が、上の②の段階で一番最後に追加された掲出の単位当たり増加分より大きいかどうかを比較する。大きい場合等しい場合は⑤へすすむ。小さければ I をスケジュールからはずし、②へもどる。
- ⑤ ストップ

いうまでもなく、これらの一連のルールに従って求められるスケジュールは、決して最適性が保証されるという性質をもたない。また出発点となるスケジュールをどう選ぶかによって、一連の計算を終えるまでに要する時間はかなりのものとなるであろう。しかしこのルールにより、かなり良い、おそらく最適にかなり近いスケジュールを作り出すことが可能であろうと

期待される。とくに C_j にそれ程大きな差がなく、またそれらが B にくらべていずれもかなり小さい場合には、この方法がかなり有効であることが予想されよう。

Little および Lodish は、このようなヒューリスティックな探索による解導出のプロセスをも含めて、問題の設定に必要なパラメーターの値のコンピュータへの読み込み、それらの感度分析のためのパラメータの変更など、コンピュータの端末機を利用しての、コンピュータとの会話方式のシステムを提唱している。大阪大学の TSS システムによりそれを再現した結果の一部が、つぎの図 1 ～ 4 に示されている。これは 6 種類の新聞に 8 週間にわたる広告掲出のスケジュールを立てようとするもので、対象となっている製品は日常使用される包装食品である。なおこのプログラムでは、上述の原著者らによるヒューリスティックな探索方法は用いず、ユーザーの指示するいくつかの代替的な $\{x_{jt}\}$ の組に対して総市場反応 R の値を導出し、それらを相互に比較しうるようにとどめている。

図1 端末機からのデータのインプットの1例

```
WELCOME
READY 10-07-23
*HELLO T03,KEIZAI
WAIT 10-07-51
HELLO AT 71/01/23 10-07-51 NO.
NEAC-TSS (PHASE 0) REV.00-05
READY 10-09-40
*START MEDIA
WAIT 10-09-53
TYPE THE INPUT DATA BY THE FORMAT SPECIFIED IN PARENTHESIS
THE NUMBER OF TIME PERIOD AND EXTRA PERIOD (2I3)
*008004
NO. OF MARKET SEGMENT(I3)
*003
NO. OF MEDIA UNIT (I3)
*006
NAME OF TIME UNIT (A6)
*WEEK
NAME OF MKT SEGMENT 1 (A6)
*LOW
NAME OF MKT SEGMENT 2 (A6)
*MIDDLE
NAME OF MKT SEGMENT 3 (A6)
*HIGH
NAME OF MEDIA UNIT 1 (A6)
```

* ASAHI
 NAME OF MEDIA UNIT 2 (A6)
 * MAINIC
 NAME OF MEDIA UNIT 3 (A6)
 * YOMIUR
 NAME OF MEDIA UNIT 4 (A6)
 * SANKEI
 NAME OF MEDIA UNIT 5 (A6)
 * NIKKEI
 NAME OF MEDIA UNIT 6 (A6)
 * TOKYO
 NUMBER OF 1000 YENS IN BUDGET (F9.0)
 * 60000.
 COST PER INSERTION FOR ASAHI (F6.1)
 * 2991.8
 COST PER INSERTION FOR MAINIC (F6.1)
 * 2783.2
 COST PER INSERTION FOR YOMIUR (F6.1)
 * 3508.4)
 COST PER INSERTION FOR SANKEI (F6.1)
 * 1512.0
 COST PER INSERTION FOR NIKKEI (F6.1)
 * 1967.7
 COST PER INSERTION FOR TOKYO (F6.1)
 * 964.6
 COVERAGE OF ASAHI FOR EACH SEGMENT (3F4.3)
 * .276.276.276
 COVERAGE OF MAINIC FOR EACH SEGMENT (3F4.3)
 * .184.184.184
 COVERAGE OF YOMIUR FOR EACH SEGMENT (3F4.3)
 * .314.314.314
 COVERAGE OF SANKEI FOR EACH SEGMENT (3F4.3)
 * .075.075.075
 COVERAGE OF NIKKEI FOR EACH SEGMENT (3F4.3)
 * .082.082.082
 COVERAGE OF TOKYO FOR EACH SEGMENT (3F4.3)
 * .049.049.049
 TYPE 1 IF DUP. DATA ARE AVAILABLE FOR EACH SEGMENT, TYPE 2
 OTHERWISE
 * 2
 DUPLICATION OF ASAHI WITH OTHER MEDIA (6F4.3)
 * .276.013.013.006.023.018

DUPLICATION OF MAINIC WITH OTHER MEDIA (5F4.3)
 *.184.010.005.008.014
 DUPLICATION OF YOMIUR WITH OTHER MEDIA(4F4.3)
 *.314.007.012.015
 DUPLICATION OF SANKEI WITH OTHER MEDIA (3F4.3)
 *.075.002.005
 DUPLICATION OF NIKKEI WITH OTHER MEDIA (2F4.3)
 *.082.010
 DUPLICATION OF TOKYO WITH OTHER MEDIA (1F4.3)
 *.049
 EXPOSURE WEIGHT AND EXPOSURE PROBABILITY FOR ASAHI (2F4.2)
 *.1.420.40
 EXPOSURE WEIGHT AND EXPOSURE PROBABILITY FOR MAINIC (2F4.2)
 *.1.140.40
 EXPOSURE WEIGHT AND EXPOSURE PROBABILITY FOR YOMIUR(2F4.2)
 *.1.290.40
 EXPOSURE WEIGHT AND EXPOSURE PROBABILITY FOR SANKEI (2F4.2)
 *.1.000.40
 EXPOSURE WEIGHT AND EXPOSURE PROBABILITY FOR NIKKEI (2F4.2)
 *.1.000.40)
 EXPOSURE WEIGHT AND EXPOSURE PROBABILITY FOR TOKYO (2F4.2)
 *.1.000.40
 NO. OF PEOPLE IN THOUSANDS AND POTENTIAL FOR SEG. LOW (F6.0, F5.2)
 * 780.00.30
 NO. OF PEOPLE IN THOUSANDS AND POTENTIAL FOR SEG. MIDDLE (F6.0, F5.
 * 1176.00.80
 NO. OF PEOPLE IN THOUSANDS AND POTENTIAL FOR SEG. HIGH(F6.0, F5.2)
 * 1960.00.40
 TYPE 1 IF THERE IS SEASONALITY IN DEMAND, TYPE 2 IF NO
 *2
 R0, R1, RM (3F4.2)
 *.0.500.601.00
 MEMORY CONSTANT (F3.2)
 *.0.80
 INITIAL VALUE OF EXPOSURE LEVEL FOR EACH SEGMENT (3F4.2)
 *.0.450.450.45
 DATA BANK FOR THE PROBLEM IS NOW CREATED
 TYPE INSERTION SCHEDULE FOR ASAHI (8I1)
 *11011011
 TYPE INSERTION SCHEDULE FOR MAINIC (8I1)
 *10101010

TYPE INSERTION SCHEDULE FOR YOMIUR (8I1)

*11110110

TYPE INSERTION SCHEDULE FOR SANKEI (8I1)

*01001000

TYPE INSERTION SCHEDULE FOR NIKKEI (8I1)

*10100000

TYPE INSERTION SCHEDULE FOR TOKYO (8I1)

*01010100

DO YOU NEED FOR DETAILED TABLE FOR INPUT DATA

TYPE 1 IF YES, TYPE 2 IF NO

*1

図2 インプット・データの要約

***** MEDIA SELECTION CALCULAS *****

TABLE 1 *** INPUT DATA ***

* MEDIA LIST

NAME MEDIA	UNIT EXPOSURE		EXPOSURE PROBABILITY COVERAGE		
	COST	WEIGHT		LOW	MIDDLE	HIGH
ASAHI	2991.80	1.42	.40	.276	.276	.276
MAINIC	2783.20	1.42	.40	.184	.184	.184
YOMIUR	3508.40	1.29	.40	.314	.314	.314
SANKEI	1512.00	1.00	.40	.075	.075	.075
NIKKEI	1967.70	1.00	.40	.082	.082	.082
TOKYO	964.60	1.00	.40	.049	.049	.049

* SALES POTENTIAL

SEGMENT	NUMBERS OF SEGMENT (UNIT 1000.) PERIOD							
		1	2	3	4	5	6	7	8
LOW	780.0	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30	.30
MIDDLE	1176.0	.80	.80	.80	.80	.80	.80	.80	.80
HIGH	1960.0	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.40	.40

* DUPLICATION

NAME OF MEDIA	ASAHI	MAINIC	YOMIUR	SANKEI	NIKKEI	TOKYO
ASAHI	.276	.013	.013	.006	.023	.018
MAINIC	.013	.184	.010	.005	.008	.014
YOMIUR	.013	.010	.314	.007	.012	.015
SANKEI	.006	.005	.007	.075	.002	.005
NIKKEI	.023	.008	.012	.002	.082	.010
TOKYO	.018	.014	.015	.005	.010	.049

* PARAMETERS

RM=1.00 (SATURATION LEVEL OF RESPONSE FUNCTION)

RO= .50 (INITIAL LEVEL OF RESPONSE FUNCTION)

R1 = .60

* MEMORY CONSTANT=0.8

* INITIAL MEMORY LEVEL

LOW	MIDDLE	HIGH
.45	.45	.45

図3 モデルによる計算結果のアウトプット

TABLE 2 *** MEDIA SCHEDULE ***

NAME OF MEDIA	PERIOD								NUMBER OF INSERTION	COST
	1	2	3	4	5	6	7	8		
ASAHI	1.	1.	.	1.	1.	.	1.	1.	6.	17951.
MAINIC	1.	.	1.	.	1.	.	1.	.	4.	11133.
YOMIUR	1.	1.	1.	1.	.	1.	1.	.	6.	21050.
SANKEI	.	1.	.	.	1.	.	.	.	2.	3024.
NIKKEI	1.	.	1.	2.	3935.
YOKYO	.	1.	.	1.	.	1.	.	.	3.	2894.
** TOTAL	4.	4.	3.	3.	3.	2.	3.	1.	23.	59987.

TABLE 3 *** MEAN VALUE OF MEMORY LEVEL ***

NAME OF SEGMENT	PERIOD											
	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	
LOW	.80	1.00	1.08	1.20	1.23	1.17	1.34	1.23	.98	.79	.63	.50
	.44	.37	.28	.34	.27	.18	.40	.16	.00	-.00	.00	.00
MIDDLE	.80	1.00	1.08	1.20	1.23	1.17	1.34	1.23	.98	.79	.63	.50
	.44	.37	.28	.34	.27	.18	.40	.16	.00	-.00	.00	.00
HIGH	.80	1.00	1.08	1.20	1.23	1.17	1.34	1.23	.98	.79	.63	.50
	.44	.37	.28	.34	.27	.18	.40	.16	.00	-.00	.00	.00

TABLE4 *** TOTAL EXPECTED SALES OVER THE PLANNING
HORIZON (UNIT 1000.) ***

NAME OF SEGMENT	PERIOD												TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
LOW	135.0	138.8	140.3	142.2	142.9	141.7	144.5	142.6	138.3	134.7	131.6	123.9	1661.7
MIDDLE	542.9	558.2	564.1	571.9	574.6	569.9	581.1	573.1	556.2	541.5	529.0	518.3	6680.8
HIGH	452.4	465.2	470.1	476.5	478.9	474.9	484.3	477.6	463.5	451.3	440.8	432.0	5567.4
TOTAL	1130.4	1162.2	1174.4	1190.6	1196.4	1186.5	1209.9	1193.3	1158.1	1127.5	1101.3	1079.2	13909.9

図4 新しい作業の指示を示す会話の1例

SPECIFY THE NEXT OPERATION

- 1...STOP
- 2...ALTERNATE PROBLEM
- 3...ALTERNATE SCHEDULE
- 4...REVISION OF COVERAGE DATA
- 5...REVISION OF EXPOSURE WEIGHT AND/OR EXPOSURE PROBABILITY
- 6...REVISION OF POTENTIAL DEMAND
- 7...REVISION OF RESPONSE FUNCTION
- 8...REVISION OF MEMORY CONSTANT
- 9...REVISION OF INITIAL VALUE OF EXPOSURE LEVEL

*1

STOP

3

第2のモデルは、ある与えられた地理的なひろがりの中に、いくつかの拠点、たとえば倉庫や地方営業所などを設定するため、その設置位置を選定したいという問題である。この種のテーマを扱った研究としては、Kuehn, Hamburger^[6]による、大規模な配送ネットワークの中で倉庫の建設地点を選定するためのモデルがよく知られている。ここでは筆者によるサービス拠点選定のモデル（大沢^[7]）について概説しよう。

いま与えられた地域のなかにK個所のサービス拠点を設置するとして、それらをどこに置くのがもっとも有利であるか、という問題である。そこでつぎのような仮定のもとで問題を定式化してみよう。

〔仮定1〕与えられた地域N個の小区画に地図上で明確に分割することが可能であり、かつそれぞれの小区画における将来の潜在需要(D_i で示す)が予測可能である。

〔仮定2〕N個の小区画内の需要は、その区画内の1点に集中している。これを需要集中地点と呼ぶ。

〔仮定3〕N個の小区画の需要集中地点のすべてが、サービス拠点設置のための候補地である。

〔仮定4〕隣接する2地点間の距離尺度が何らかの方法によって定義されること。ここで2つの需要集中地点は、他のいかなる地点を経由するよりも短い距離のルートがその2地点間に存在する場合に「隣接する」と呼ばれる。

〔仮定5〕与えられた地域内すべての潜在需要者にサービスを提供するものとし、かつそのサービスを受ける地点は、個々の需要集中地点より最も近い距離にある拠点からであるとす。

〔仮定6〕設置された拠点よりサービスを提供すべき小区画の集合をその拠点のテリトリーと呼ぶ。各拠点よりそのテリトリー内の需要者へのサービスに要する費用は、各需要集中地点の潜在需要の大きさに比例し、かつ拠点からその需要集中地点までの距離(C_{ij})の

α 乗に比例するものとする。

〔仮定7〕 K 個の拠点は、上で求められる費用の総和を最小ならしめるように設置されるべきものとする。

仮定4で与えられる隣接する2点間の距離が与えられている場合、任意の2需要集中地点間の最短経路を求める問題には、オペレーションズ・リサーチでよく知られているアルゴリズム（最短経路問題）が存在する。また費用関数に含まれるパラメーター α の大きさは、考察の対象となるサービスの性格いかんによって左右されるものと思われる。それぞれの問題に対しての α の値は、例えば既設の拠点が生成されるような α を試行錯誤的に求めることによって推定することが可能であろう。

そのとき、われわれが最小にすべき目的関数は

$$TC = \sum_{S=1}^K \left(\sum_{i \in S} D_i C_{is}^{\alpha} \right)$$

と表現することができる。ここに S は拠点が設置された小区画の番号を示し、 $i \in S$ は第 S 拠点のテリトリーであるような小区画 i であることを意味するものとする。

いま x_{ij} を j 地点による i 地点へのサービスの有無を示す変数とし、 $x_{ij} = 1$ は地点 j に拠点が置かれ、かつ地点 i がそのテリトリーに属していることを意味し、その他の場合にはすべて x_{ij} の値は0であるとしよう。また上式において、 $D_i C_{ij}^{\alpha} \equiv a_{ij}$ で示すことにすれば、上の問題は、つぎの諸条件を満足する x_{ij} ($i, j = 1, \dots, N$)の値を求めることと同じになる。すなわち

$$\left\{ \begin{array}{l} x_{ij} \geq 0; \quad i = 1, \dots, N; \quad j = 1, \dots, N \\ \sum_{j=1}^N x_{ij} = K \\ \sum_{j=1}^N x_{ij} = 1, \quad i = 1, \dots, N \\ \sum_{i=1}^N x_{ij} \leq N x_{jj}, \quad j = 1, \dots, N \\ \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^N a_{ij} x_{ij} = \min. \end{array} \right.$$

したがって、ここでもまた x_{ij} が0または1のみの値をとりうる整数プログラミングの問題となる。そして制約式は一次であるから、整数プログラミングのアルゴリズムによってその最適解を求めることが可能である。ところで変数の数は N^2 に等しい。現実の問題として N をいくつにとるかは、問題の定式化の過程で決められるが、 N をあまり小さくすれば、その小区内のすべての需要家はその中の1点に集中するという仮定が実際にそぐわないものになってしまうであろう。 N が50でもこの問題の変数は2500となる。アルゴリズムに従えば最適解が得ら

この第2のルールに含まれる詳細な分析の対象となる M 個の候補地点の集まりをバッファと呼ぶことにしよう。そのとき、解導出の計算の手続きは、上述のルールにしたがって K 個の拠点を定めたあと、ローカルな範囲での拠点の移動のルティーンを加えて、つぎの図5のフロー・チャートのようになる。

数値例として、日本全国を都道府県に区分し、各都道府県庁の所在地をそれぞれの需要集中地点と考え、各小区分の潜在需要を示すインデックスとして人口をとり、また地点間の距離として鉄道のキロ数をとった場合の計算結果が、つぎの図6に示されている。ここで $N=46$, $K=10$ とし、 $\alpha=0.5$ および 1.0 の2つの場合について求めたものである。この結果からみると、パッファの大きさ $M=6$ では不十分で、やはり $M=20$ 程度を必要とするように思われる。

表6 サービス拠点の設置場所

(a) $N=46$, $K=10$, $\alpha=0.5$, $M=6$									
メイン・ルティーン による選択			第1 シフト・ルティ ーン		最 終 結 果 (規 模 順)				
1. 東 京	20,314		横浜→長野	6,322	1. 東			京	
2. 大 阪	19,787		福島→仙台	6,295	2. 大			阪	
3. 福 岡	11,420				3. 名		古	屋	
4. 名古屋	10,483		第2 シフト・ルティ ーン		4. 福			岡	
5. 札 幌	8,915				5. 静			岡	
6. 広 島	8,306				6. 札			幌	
7. 新 潟	7,452		新潟→秋田	6,237	7. 広			島	
8. 静 岡	7,043		長野→新潟	6,200	8. 新			潟	
9. 横 浜	6,768		秋田→青森	6,179	9. 仙			台	
10. 福 島	6,314				10. 青			森	
(b) $N=46$, $K=10$, $\alpha=1.0$, $M=10$									
メイン・ルティーン による選択			第1 シフト・ルティ ーン		最 終 結 果 (規 模 順)				
1. 東 京	5,316		神戸→大阪	731	1. 東			京	
2. 神 戸	2,900		静岡→岡山	730	2. 大			阪	
3. 福 岡	2,150				3. 名		古	屋	
4. 札 幌	1,505		第2 シフト・ルティ ーン		4. 福			岡	
5. 新 潟	1,265				5. 札			幌	
6. 名古屋	1,104				6. 広			島	
7. 広 島	976		新潟→秋田	705	7. 仙			台	
8. 仙 台	887		秋田→青森	702	8. 鹿		児	島	
9. 鹿児島	800				9. 岡			山	
10. 静 岡	745				10. 青			森	

4

上で見てきた2つの例では、そこに含まれる変数の数が非常に多いことが共通している。このような事態は、実際の問題においてしばしば会うものである。後者の例のように、仮りに最適解を求めるためのアルゴリズムが存在しているとしても、それに従って計算をすることが、費用を考慮したとき、果して有効であるかどうか疑問である場合もある。このようなとき、どの程度の大きさまでならアルゴリズムによるべきかを見究めるということもまた、極めて困難な問題であろう。コンピュータのハード面での進歩、主として演算速度の改善が、より大きな問題を解くことを可能にし、またモデルの構築に際しての心構えに非常に大きな影響を与えることは、決して看過されるべきではない。これらの例で用いられたヒューリスティックな

探索法は、現在まだそれ自体として確立した方法論とはなっていない。そしてこの種の問題は、コンピュータの能力がいかに改善されても、なお残るはずであり、それ自体としての論理構成が求められねばならないように思われる。

参 考 文 献

- [1] Day, R. L. and L. J. Parsons (eds.), *Marketing Models: Quantitative Applications*, 1971, International Textbook Co.
- [2] Aaker, D. A. (ed.), *Multivariate Analysis in Marketing: Theory and Applications*, 1971, Wadworth Publishing Co.
- [3] Amstutz, *Computer Simulation of Competitive Market Response*, 1967, M.I.T. Press; 山下隆弘訳, 「マーケティングの計量モデル」1969, 新評論。
- [4] Little, J. D. C. and L. M. Lodish, "A Media Planning Calculus," *Operations Research*, 17 (1969), pp. 1-39.
- [5] Little, J. D. C. and L. M. Lodish, "A Media Selection Model and Its Optimization by Dynamic Programming," *Industrial Management Review*, 8, (1966), pp. 15-24.
- [6] Kuehn, A. A. and M. J. Hamburger, "A Heuristic Program for Locating Warehouses," *Management Science*, 9 (1963), pp. 643-66.
- [7] 大沢 豊, マーケティング科学と意思決定, 1972, 中央経済社。pp. 203-221.